

KARANG GUNUNG SEBAGAI AGREGAT ALTERNATIF PADA CAMPURAN ASPAL PANAS

Freddy Jansen, Lintong Elisabeth, Mecky Manoppo
Dosen Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

Abstrak

Pembangunan jalan di Kabupaten Talaud daerah Melonguane agak sulit terlaksana, karena agregat kasar yang menjadi salah satu bagian terpenting pada pembangunan agak sulit didapatkan. Untuk itu penggunaan karang gunung yang banyak terdapat di daerah tersebut menjadi pilihan sebagai agregat alternatif pada campuran aspal panas.

Untuk mengetahui tingkat kelayakan material karang gunung tersebut sebagai agregat campuran aspal panas jenis HRS-Base, maka perlu dilakukan pemeriksaan awal material sampai pada pengujian Marshall di laboratorium.

Dalam penelitian ini dibuat tiga gradasi gabungan yang menggunakan karang gunung. Dari pemeriksaan material karang gunung didapat abrasi 30,57 % (syarat maks. 40%), B.J apparent 2,605 (syarat min. 2,5), penyerapan 2,348% (syarat maks. 3,0%). Pada pengujian Marshall memberikan nilai Stabilitas Marshall > 800 kg dan MQ > 250 kg/mm, nilai kelelahan (flow), VIM, VMA dan VFB memenuhi spesifikasi criteria Marshall.

Kata Kunci : karang gunung, HRS-Base, pengujian Marshall

Abstract

The important materials such as aggregates or gravel are not available in the Melonguane area Kabupaten Talaud. For road construction purposes in this area are difficult due to that reason. However, the alternative aggregate is used from the breakdown of natural mountain coral as a substitute for gravel. Aggregates used in hot mix asphalt are largely obtained from local supplies of natural mountain coral.

The properties of mountain coral aggregates that determine the suitability for using in HRS-Base hot mix asphalt, sample must be reduced to the appropriate size for testing in the laboratory. The characteristics of HRS-Base hot mix asphalt are testing by using Marshall test.

The results show that the properties of natural mountain coral, abrasion 30.57 % (spec. max 40 %), B.J. apparent 2.605 (spec. min 2.5), absorption 2.348 % (spec. max 3.0 %). The characteristics of Marshall test, stability > 800 kg and Marshall Quotient > 250 kg/mm, Flow, VIM, VMA and VFB are fulfill the specification for Marshall criteria.

Keywords : mountain coral, HRS-Base, Marshall test.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan jalan di Kabupaten Talaud agak sulit terlaksana, karena agregat kasar yang menjadi salah satu bagian terpenting pada pembangunan jalan sulit didapatkan. Karena di Kabupaten Talaud daerah Melonguane

banyak terdapat karang gunung maka peneliti mencoba menggunakan karang gunung sebagai agregat kasar pada campuran aspal panas jenis HRS-Base.

HRS-Base (Hot Rolled Sheet Base) adalah salah satu jenis lapisan pondasi campuran beraspal panas. Bahan pembentuk campuran ini terdiri dari agregat, aspal, dan bahan

pengisi (*Filler*) yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Kinerja campuran beraspal panas pada umumnya sangat tergantung pada jenis dan mutu bahan pembentuk dalam hal ini agregat, aspal dan juga tergantung pada komposisi masing-masing bahan tersebut. Kinerja campuran tersebut dapat dicerminkan oleh kriteria *Marshall*. Gradasi agregat sangat mempengaruhi rongga antar butiran sehingga memegang peranan penting dalam menghasilkan kekuatan serta keawetan campuran beraspal. Campuran beraspal jenis *HRS-Base* adalah salah satu jenis campuran yang memiliki gradasi senjang.

Penelitian ini sesuai dengan arah payung penelitian dibidang transportasi yaitu secara umum untuk Transportasi Yang Berkelanjutan di Propinsi Sulawesi Utara, dan secara khusus untuk Pengembangan Material Perkerasan Jalan. Penelitian ini berkaitan dengan mendapatkan alternatif bahan pengganti agregat kasar pada campuran aspal panas, sehingga digunakan karang gunung yang banyak terdapat di lokasi penelitian. Hal ini juga bertujuan untuk mengantisipasi keberlanjutan pengembangan prasarana transportasi darat dalam hal ini prasarana jalan.

Tujuan Penelitian

1. Memanfaatkan material lokal yaitu agregat karang gunung pada campuran aspal panas jenis *HRS-Base* (*Hot Rolled Sheet Base*).
2. Untuk mengetahui tingkat kelayakan material karang gunung sebagai agregat kasar untuk campuran aspal panas jenis *HRS-Base* berdasarkan pemeriksaan awal sampai pada pengujian *Marshall*.
3. Memberikan pertimbangan terhadap pemanfaatan material karang gunung dari Melonguane sebagai agregat campuran aspal panas bagi pemerintah daerah sebagai pengguna material tersebut.

Manfaat Umum :

Menambah wawasan pengetahuan mengenai material alternatif yang dapat dikembangkan untuk kebutuhan campuran aspal panas untuk lapis perkerasan jalan yang mudah didapat dan mungkin relatif lebih mudah dalam proses pengerjaan, serta dapat memberikan masukan kepada pemerintah serta pihak terkait sehubungan dengan keberlanjutan pengembangan transportasi di Sulawesi Utara khususnya di Kabupaten Talaud.

Manfaat Khusus :

- Memperkaya pengetahuan tentang teori yang berhubungan dengan material perkerasan jalan serta proses pengerjaannya.
- Meningkatkan kemampuan meneliti dari staf pengajar yang terlibat dalam penelitian, khususnya staf pengajar pada mata kuliah bidang transportasi yang berhubungan dengan material perkerasan jalan.
- Menjadi salah satu sumber peningkatan/ pengembangan bahan ajar dalam Proses Belajar Mengajar di bidang Transportasi serta memperkaya pengetahuan tentang material perkerasan jalan yang relatif lebih mudah didapat.

METODOLOGI

Langkah-langkah Penelitian

Prosedur dan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dimulai dengan mendapatkan data persyaratan untuk agregat, aspal dan jenis campuran yang akan digunakan. Setelah seluruh data persyaratan diperoleh, maka dilanjutkan dengan penyiapan material. Kemudian dilakukan pemeriksaan awal terhadap material, apakah memenuhi persyaratan atau tidak. Jenis pemeriksaan yang

dilakukan dalam pemeriksaan awal yaitu: terhadap agregat pecah dilakukan pemeriksaan abrasi dan kepipihan untuk batu pecah dan pemeriksaan *sand equivalent test* untuk abu batu, terhadap pasir dilakukan pemeriksaan sand equivalent test dan terhadap aspal penetrasi 60/70 dilakukan pemeriksaan penetrasi, titik nyala dan titik bakar, serta pemeriksaan titik lembek. Jika pemeriksaan awal terhadap material tersebut memenuhi persyaratan, maka dapat dilanjutkan dengan melakukan pemeriksaan lanjutan, dimana untuk agregat pecah (karang gunung) dilakukan pemeriksaan analisa saringan serta pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, untuk material pasir juga dilakukan pemeriksaan yang sama, sedangkan untuk aspal penetrasi 60/70 dilakukan pemeriksaan berat jenis. Namun jika material tidak memenuhi persyaratan, maka harus kembali ke tahap awal dengan mengganti material.

Setelah dilakukan pemeriksaan lanjutan, dapat dimulai proses perancangan komposisi agregat berdasarkan spesifikasi untuk jenis campuran yang akan diteliti, yaitu campuran beraspal panas jenis campuran HRS - Base. Oleh karena itu, dalam perancangan komposisi agregat akan dibuat 3 (tiga) variasi gradasi. Kemudian dilanjutkan dengan menghitung kadar aspal perkiraan berdasarkan masing-masing rancangan komposisi agregat tersebut. Dalam penelitian ini, akan dibuat 3 (tiga) variasi kadar aspal untuk setiap variasi gradasi agregat yang ada. Setelah dihitung jumlah aspal dan kebutuhan agregat untuk setiap variasi pada masing-masing saringan, maka dilanjutkan dengan pembuatan benda uji. Kemudian dilakukan pengujian *Marshall* terhadap benda uji tersebut dengan mengacu pada spesifikasi yang ada.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian *Marshall*, maka langkah selanjutnya adalah menganalisa besaran kriteria *Marshall* untuk mengetahui sifat dan perbedaan dari

masing-masing campuran dengan variasi gradasi tertentu. Dan langkah terakhir dalam penelitian ini adalah pembuatan kesimpulan dan saran.

Pemeriksaan Material

1. Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu harus diuji layak atau tidak untuk digunakan sebagai material campuran. Adapun pemeriksaan agregat yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

Pemeriksaan Analisa Saringan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk membuat suatu distribusi ukuran agregat dalam bentuk grafik yang dapat memperlihatkan pembagian butir (gradasi) suatu agregat dengan menggunakan saringan. Analisa saringan berdasarkan SNI 03-1968-1990.

Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan

Pengukuran berat jenis dan penyerapan agregat diperlukan untuk perencanaan campuran agregat dengan aspal. Pemeriksaan ini mengacu pada SNI 03-1969-1990 untuk agregat kasar dan SNI 03-1970-1990 untuk agregat halus.

Pemeriksaan Keausan Agregat

Durabilitas (ketahanan) terhadap kerusakan agregat sangat berpengaruh terhadap kebutuhan jumlah agregat. Beberapa agregat yang memiliki kekuatan standar pun akan mengalami kerusakan saat masa layanan jalan. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui durabilitas agregat dengan cara mekanis dengan alat *Los Angeles Abrasion Test*. Prosedur pemeriksaan ini berdasarkan SNI 03-2417-1991 diperuntukkan untuk agregat kasar dari 37,5 mm (1½ in).

Pemeriksaan Nilai Setara Pasir (Sand Equivalent)

Agregat yang kita gunakan tidak seutuhnya bersih terdapat zat-zat asing yang tidak kita

inginkan, yang dapat merugikan perkerasan aspal. Zat-zat yang tidak diinginkan antara lain tumbuh-tumbuhan, butiran-butiran lunak, gumpalan tanah liat, dan lapisan-lapisan tanah liat pada butiran yang keras. Kebersihan agregat seringkali ditentukan dengan pemeriksaan visual tetapi dengan pemeriksaan di laboratorium akan lebih memberikan hasil yang lebih akurat tentang bersih tidaknya agregat, terutama pada agregat dengan gradasi lebih halus. Pemeriksaan nilai setara pasir mengacu pada SNI 03-4428-1997.

2. Aspal

Aspal keras sebagai material campuran yang digunakan pada penelitian ini yaitu aspal penetrasi 60/70. Untuk aspal penetrasi 60/70 dilakukan pemeriksaan sebagai berikut :

Pemeriksaan Penetrasi

Nilai penetrasi menggambarkan kekerasan bahan bitumen pada suhu standar 25°C, yang diambil dari pengukuran kedalaman penetrasi jarum standar, dengan beban standar (50 gr atau 100 gr), dalam rentang waktu 5 detik. Nilai penetrasi sangat sensitif terhadap suhu, semakin tinggi nilai penetrasi menyatakan bitumen semakin keras. Prosedur pemeriksaan penetrasi aspal berdasarkan SNI 06-2456-1991.

Pemeriksaan Titik Lembek

Aspal adalah material termoplastik yang secara bertahap mencair, sesuai dengan pertambahan suhu dan berlaku sebaliknya pada pengurangan suhu.

Pemeriksaan ini diciptakan karena pelembehan (*softening*) aspal tidak terjadi secara sekejap pada suhu tertentu, tapi lebih merupakan perubahan gradual seiring penambahan suhu. Dalam pemeriksaan ini menggunakan prosedur SNI 06-2434-1991.

Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar

Pemeriksaan dengan menggunakan alat *Cleveland Open Cup* yang bertujuan untuk

mengukur suhu terendah dimana percikan api pertama kali terjadi (Titik Nyala) dan suhu dimana sampel terbakar (Titik Bakar) akibat pemanasan. Suhu yang diperoleh adalah simulasi terhadap suhu maksimum yang biasanya terjadi pada aspal sampai aspal mengalami kerusakan permanen. Pemeriksaan ini mengacu pada SNI 06-2433-1991.

3. Perancangan Campuran

Penentuan Komposisi Agregat Untuk HRS-Base

Lapisan perkerasan *HRS-Base* yang memenuhi karakteristik campuran aspal yang disyaratkan, dapat dihasilkan dari rancangan campuran antara agregat dan aspal dalam proporsi yang seimbang. Untuk perancangan campuran *HRS-Base* menggunakan metode *Marshal*, dimulai dengan penentuan komposisi campuran masing-masing agregat, dengan melakukan analisa terhadap gradasi agregat untuk campuran *HRS-Base* yang berpatokan pada batasan gradasi yang diberikan oleh spesifikasi. Tapi untuk material karang gunung, karena dari segi ukuran butiran material ini tidak memenuhi syarat yang ditentukan, untuk dapat menggunakan material ini sebagai campuran *HRS-Base*, maka harus dimodifikasi sedemikian rupa dengan cara menentukan secara langsung komposisi gradasi dengan melihat batasan spesifikasi gradasi *HRS-Base* yang disyaratkan.

Pada campuran yang menggunakan karang gunung, untuk CA menggunakan agregat kasar dari karang gunung yang tertahan saringan No.# 8, untuk FA menggunakan agregat halus dari pasir yang lolos saringan No.# 8 dan tertahan saringan # 200, dan untuk FF menggunakan dua macam FF yaitu semen dan karang gunung. Untuk komposisi semen ditentukan 2 % dari berat total agregat kontan untuk semua campuran, dari berat total *filler* yang didapat di kurangi dengan berat *filler*

semen sebesar 2 % sisanya dari berat filler akan diisi oleh filler dari karang gunung.

Penentuan Kadar Aspal

Setelah gradasi agregat gabungan diperoleh, langkah selanjutnya adalah penentuan kadar aspal yang diperlukan untuk mengikat agregat. Perkiraan kadar aspal rancangan dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$P_b = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%F) + \text{Konstanta} \quad (1)$$

dimana :

P_b = kadar aspal perkiraan

CA = agregat kasar (tertahan saringan No. 8)

FA = agregat halus (lolos saringan No. 8 dan tertahan No. 200)

F = agregat halus (lolos saringan No. 200)

Nilai konstanta sekitar 0,5–1,0 untuk Lapis Aspal Beton dan 2,0–3,0 untuk Lapis Tipis Aspal Beton

Penentuan Kebutuhan Material Dalam Campuran (satu benda uji)

Jumlah presentase berat total campuran adalah 100%. Berat aspal dan agregat dalam suatu campuran dapat dihitung sebagai berikut

$$A = \text{Brt Tot Camp} \times \frac{\% \text{aspal thd tot camp}}{100\%} \quad (2)$$

$$B = \text{Brt Tot Camp} - A \quad (3)$$

dimana : A = Berat Aspal (gram)

B = Berat Agregat (gram)

Berat total campuran untuk setiap benda uji adalah 1100 gram untuk karang gunung.

Untuk kadar aspal 6 % :

$$A = 1100 \times 6/100 = 66 \text{ gram}$$

$$B = 1100 - 66 = 1034 \text{ gram}$$

Perhitungan variasi kadar aspal pada karang gunung dapat dilihat di Tabel 1 pada lampiran.

Pembuatan Benda Uji

Setelah komposisi campuran ditetapkan, agregat yang terdiri dari batu pecah, abu batu dan pasir ditimbang. Agregat dipisah-pisahkan atas tiap saringan, kemudian dikeringkan sampai berat tetap. Setelah itu agregat

ditimbang menurut kebutuhan, sesuai komposisi rencana campuran yang telah ditetapkan.

4. Pengujian Marshall

Pengujian campuran beraspal panas ini dilakukan berdasarkan prosedur SNI 06-2489-1991, dimana pemadatan menggunakan alat penumbuk Marshall konvensional dengan 75 tumbukan pada setiap sisi benda uji. Pengujian ini dimaksudkan untuk memperoleh nilai-nilai stabilitas, pelelehan dan hasil bagi *Marshall*.

Tata Cara Analisa dan Perhitungan Hasil Pengujian Marshall

Dalam perhitungan untuk mengetahui karakteristik campuran aspal panas yang sudah dipadatkan, diperlukan data-data baik sebelum dan sesudah pengujian dengan alat *Marshall*. Hasil dari pengujian tersebut ditampilkan dalam formulir perhitungan *Marshall* campuran aspal panas.

Pengisian formulir *Marshall* adalah sebagai berikut:

- Berat jenis *bulk* masing-masing agregat
 $= \gamma_{G_{sba}}, \gamma_{G_{sbb}}, \gamma_{G_{sbc}}, \gamma_{G_{sbd}}$
- Berat jenis semu (*apparent*)
 $= \gamma_{G_{saa}}, \gamma_{G_{sab}}, \gamma_{G_{sac}}, \gamma_{G_{sad}}$
- Berat jenis efektif
 $= \gamma_{G_{aca}}, \gamma_{G_{acb}}, \gamma_{G_{acc}}, \gamma_{G_{acd}}$
- Berat jenis aspal = 1
- Proporsi tiap agregat (% berat terhadap total campuran) = a, b, c, d
- Kadar aspal (% berat terhadap total campuran) = A
- Berat jenis *bulk* agregat = B
 Berat jenis *bulk* agregat adalah berat jenis dari agregat termasuk seluruh pori yang ada dalam agregat. Oleh karena campuran aspal panas terdiri dari campuran beberapa

agregat yang masing-masing mempunyai berat jenis sendiri-sendiri, untuk itu guna memudahkan perhitungan berat jenis bulk dari agregat total yang ada dinyatakan dengan rumus :

$$B = \frac{(a + b + c + d)}{\frac{a}{G_{sb,a}} + \frac{b}{G_{sb,b}} + \frac{c}{G_{sb,c}} + \frac{d}{G_{sb,d}}} \quad (4)$$

dimana: B = Berat jenis *bulk* agregat

a,b,c,d = Proporsi agregat, persen thd total berat agregat

$G_{sb(a,b,c,d)}$ = Berat jenis *bulk* masing-masing agregat

h. Berat jenis efektif agregat

$$C = \frac{(a + b + c + d)}{\frac{a}{G_{sa,a}} + \frac{b}{G_{sa,b}} + \frac{c}{G_{sa,c}} + \frac{d}{G_{sa,d}}} \quad (5)$$

dimana: C = Berat jenis efektif agregat

a,b,c,d = Proporsi tiap agregat, persen terhadap total berat agregat

$G_{sb(a,b,c,d)}$ = Berat jenis *bulk* masing-masing agregat

i. Berat jenis maksimum campuran

$$D = \frac{100}{\left(\frac{100 - A}{C}\right) + \left(\frac{A}{G_{bit}}\right)} \quad (6)$$

dimana:

D = Berat jenis maksimum campuran

A = Kadar Aspal, (persen terhadap total campuran)

C = Berat jenis efektif agregat

G_{bit} = Berat jenis aspal

j. Berat benda uji kering udara (gram) = E

k. Berat benda uji dalam air (gram) = F

l. Berat kering permukaan jenuh benda uji, SSD (gram) = G

m. Volume benda uji = H

Volume benda uji diperoleh dengan rumus:

$$H = G - F \quad (7)$$

n. Berat jenis bulk campuran = I

Pengukuran ini penting untuk analisa kerapatan dan rongga udara dalam campuran berat isi padat dinyatakan dengan rumus:

$$I = \frac{E}{H} \quad (8)$$

o. Rongga udara di antara agregat (%) = J

Rongga di antara agregat (VMA) adalah rongga udara di antara butir-butir agregat dalam campuran beraspal yang diperoleh melalui persamaan:

$$K = 100x \left(I - \frac{I(I - A)}{B} \right) \quad (9)$$

dimana :

I = Berat jenis *bulk* campuran (gr/cm^3)

A = Kadar aspal (persen terhadap total berat total campuran)

B = Berat jenis *bulk* agregat

p. Rongga udara dalam campuran (%)

Rongga udara dalam campuran (VIM) adalah kantung-kantung udara di antara partikel agregat yang terbungkus aspal, yang ditentukan dengan rumus:

$$J = 100x \left(\frac{D - I}{D} \right) \quad (10)$$

dimana :

D = Berat jenis maksimum campuran

I = Berat jenis *bulk* campuran

q. Rongga terisi aspal (%)

Rongga terisi aspal (VFB) adalah bagian dari VMA yang terisi oleh kandungan aspal efektif, dapat ditentukan oleh persamaan sebagai berikut:

$$L = 100x \left(\frac{K - J}{K} \right) \quad (11)$$

dimana :

K = rongga udara diantara agregat (VMA)

J = rongga dalam campuran (VIM)

r. Stabilitas bacaan *dial* = M

Besarnya stabilitas uji (dari *compression test*) hasil pembacaan profil *ring dial* yang terpasang.

- s. Stabilitas dikalibrasi (kg) = N
Nilai stabilitas yang dikali nilai kalibrasi alat *Marshall*, yaitu:

$$N = M \times p \quad (12)$$

dimana:

M = stabilitas (bacaan *dial*)

P = angka kalibrasi alat tekan *Marshall*

- t. Stabilitas disesuaikan (kg) = O
Nilai stabilitas terkoreksi diperoleh melalui persamaan berikut:

$$O = M \times p \times q \quad (13)$$

dimana :

M = stabilitas (bacaan *dial*)

p = angka kalibrasi alat tekan *Marshall*

q = angka koreksi volume benda uji

- u. *Flow*/kelelehan = P
Flow adalah keadaan perubahan bentuk (perpendekan benda uji) yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh. Nilai *flow* yang dibaca pada *dial*/arloji kelelehan.
- v. *Marshall Quotient*/hasil bagi *Marshall* = Q
Nilai *Marshall Quotient* menjadi parameter dalam mengevaluasi kekakuan suatu campuran. Nilai ini merupakan hasil bagi antara stabilitas dan *flow*, yang dirumuskan:

$$Q = \left(\frac{O}{P} \right) \quad (14)$$

dimana, O = Stabilitas

P = *Flow*

- w. Penyerapan aspal = R
Aspal yang terserap oleh agregat dinyatakan dengan rumus :

$$R = 100 \times \left(\frac{C - B}{B - C} \right) \times G_{bit} \quad (15)$$

dimana,

C = berat jenis efektif agregat

B = berat jenis *bulk* agregat

G_{bit} = berat jenis aspal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Material

Dari hasil pemeriksaan terhadap material (agregat dan aspal) yang dilaksanakan di laboratorium diperoleh data-data sifat-sifat fisik material. Hasil rekapitulasi dari pemeriksaan agregat dan aspal dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil Karakteristik Pengujian *Marshall*

Kriteria utama yang harus diperhatikan dalam Spesifikasi 2003 yakni Rongga Diantara Agregat atau *Void in Material Agregat (VMA)*, Rongga Terisi Aspal atau *Void Filled Bitumen (VFB)* dan Rongga Dalam Campuran atau *Void in Mix Marshall (VIM)*.

Hasil pengujian *Marshall* terhadap rancangan campuran dapat dilihat pada Tabel 4. sampai Tabel 6. Grafik hubungan antara rongga dalam campuran (*VIM*) dengan kadar aspal, rongga dalam agregat (*VMA*) dengan kadar aspal, rongga terisi aspal (*VFB*) dengan kadar aspal, stabilitas dengan kadar aspal, kelelehan dengan kadar aspal serta grafik hubungan hasil bagi *Marshall (MQ)* dengan kadar aspal disajikan pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 7 pada lampiran.

Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal

Dari hasil penelitian, nilai stabilitas naik dengan bertambahnya kadar aspal dan akan mencapai puncaknya pada suatu kadar aspal tertentu (kadar aspal optimum), setelah itu akan menurun nilai stabilitas.

- Gradasi I, kadar aspal optimum sebesar 6,5 % dengan nilai stabilitas yang dihasilkan sebesar 1297,600 kg.

- Gradasi II, kadar aspal optimum sebesar 7 % dengan nilai stabilitas yang dihasilkan sebesar 1448,528 kg.
- Gradasi III, kadar aspal optimum sebesar 6,5 % dengan nilai stabilitas yang dihasilkan sebesar 1055,422 kg.

Dari ketiga gradasi diatas, stabilitas yang tertinggi dihasilkan pada gradasi II.

Hubungan Kelelehan (*Flow*) dengan Kadar Aspal

Flow atau kelelehan merupakan besaran deformasi yang terjadi sebelum keruntuhan. Faktor-faktor yang menentukan tinggi rendahnya nilai flow antara lain komposisi agregat dan kadar aspal dalam campuran.

- Gradasi I, nilai flow yang didapat semuanya berada dibawah dari syarat yang ditentukan.
- Gradasi II, nilai flow yang didapat hanya satu yang melewati syarat yang ditentukan yaitu pada kadar aspal 7,5 % dengan nilai 3,245 mm.
- Gradasi III, nilai flow yang didapat semuanya berada dibawah dari syarat yang ditentukan.

Hubungan Hasil Bagi *Marshall* (*MQ*) dengan Kadar Aspal

Nilai Hasil Bagi *Marshall* atau *Marshall Quotient* (*MQ*) merupakan fungsi dari Stabilitas dan Kelelehan yang didapat dan merupakan indikator kelenturan atau kekakuan campuran aspal. Campuran yang mempunyai Stabilitas yang tinggi dengan Kelelehan yang rendah akan memberikan nilai Hasil Bagi *Marshall* yang tinggi, hal ini menandakan campuran tersebut terlalu kaku sebaliknya campuran tersebut dikatakan terlalu elastis apabila nilai Hasil Bagi *Marshall* rendah yang disebabkan rendahnya Stabilitas sedangkan Kelelehan tinggi.

- Gradasi I, nilai maks. MQ yang dihasilkan sebesar 587,725 (kg/mm).
- Gradasi II, nilai maks. MQ yang dihasilkan sebesar 545,424 (kg/mm).
- Gradasi III, nilai maks. MQ yang dihasilkan sebesar 398,925 (kg/mm).

Dari ketiga gradasi diatas, MQ yang tertinggi dihasilkan pada gradasi I.

Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (*VIM*) dengan Kadar Aspal

Rongga Udara Dalam Campuran beraspal atau *Void in Mix* (*VIM*) sangat dipengaruhi oleh gradasi dan kadar aspal, nilai Rongga Dalam Campuran menurut spesifikasi 2003 dibatasi tidak kurang dari 3 % dan tidak lebih dari 6 %. Dimana bila nilai Rongga Dalam Campuran kurang dari 3 % akan mengakibatkan terjadinya deformasi plastis pada perkerasan namun apabila nilai Rongga Dalam Campuran lebih besar dari 6 % maka akan mengakibatkan keretakan.

- Gradasi I, nilai VIM yang didapat hanya satu yang melewati spesifikasi yang ditentukan yaitu pada kadar aspal 6 % dengan nilai 3,305 %.
- Gradasi II, nilai VIM yang didapat semuanya berada dibawah dari spesifikasi yang ditentukan.
- Gradasi III, nilai VIM yang didapat hanya satu yang melewati spesifikasi yang ditentukan yaitu pada kadar aspal 6 % dengan nilai 3,359 %.

Hubungan Rongga Udara diantara Agregat (*VMA*) dengan Kadar Aspal

Rongga Udara Diantara Agregat atau *Void in Mineral Agregat* (*VMA*) adalah volume rongga udara diantara butir-butir agregat dalam campuran beraspal dalam kondisi padat. *VMA* meliputi volume rongga udara dalam campuran beraspal dan volume aspal efektif

(tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat).

Dari hasil penelitian menunjukkan VMA yang terjadi untuk ketiga macam gradasi, berada dibawah garis minimal spesifikasi. Minimal VMA dalam spesifikasi adalah 17 %.

Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) dengan Kadar Aspal

Rongga Terisi Aspal atau *Void Filled Bitumen (VFB)* adalah bagian dari Rongga Diantara Agregat (VMA) yang terisi oleh kandungan aspal efektif dan dinyatakan dalam perbandingan persen antar (Rongga Diantara Agregat dikurangi dengan Rongga Dalam Campuran) terhadap Rongga Diantara Agregat. Nilai rongga terisi aspal minimum yang disyaratkan berdasarkan spesifikasi 2003 adalah sebesar 68 %, persyaratan nilai minimum rongga terisi aspal merupakan upaya untuk memperoleh campuran yang lebih awet dan lentur sehingga mempunyai ketahanan terhadap retak lelah yang lebih baik.

Dari hasil penelitian menunjukkan VFB yang terjadi untuk ketiga macam gradasi berada diatas garis minimal spesifikasi. Minimal VFB dalam spesifikasi adalah 68 %.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian Laboratorium dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Material agregat karang gunung asal Melonguane mempunyai nilai Abrasi 30,57 % (syarat maks. 40 %), nilai B.J. Apparent 2,605 (syarat min. 2,5), nilai Penyerapan 2,348 % (syarat maks. 3,0 %). Dari nilai tersebut maka material karang gunung dapat digunakan sebagai agregat untuk campuran perkerasan aspal panas jenis HRS-Base.

2. Kriteria *Marshall* untuk ketiga variasi gradasi yang dibuat memiliki sifat-sifat terbaik dengan nilai Stabilitas > 800 kg, nilai Marshall Quotient > 250 kg/mm, nilai VFB > 68 %.

SARAN

1. Agar supaya material karang gunung ini dapat diproduksi secara masal sehingga dapat dimanfaatkan sebagai agregat pada campuran aspal panas untuk perkerasan jalan.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui lebih dalam kinerja campuran aspal panas dengan menggunakan karang gunung sebagai agregat pecah untuk perkerasan jalan baik untuk jenis HRS-Base maupun AC-WC.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1986. *AASHTO Guide For Design of Pavement Structures*.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal BinaMarga. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton*. 13/PT/B/1983.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. September 2003. *Campuran Aspal Panas*. Spesifikasi Versi 2003
- Nicholls, J.C. 1998. *Asphalt surfacing*. E & FN Spon, London and New York.
- Roberts F, Kandhal P. 1996. *Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction*, NAPA Education Foundation, Lanham Maryland.
- Sherwood, P.T. 1995. *Alternative Materials In Road Construction*. Thomas Telford. London.

Sukirman S. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova, Bandung.

Suryadharma, H. Susanto, B. 1999. *Rekayasa Jalan Raya*. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.

The Asphalt Institute. 1969. *Construction Specifications For Asphalt Concrete and*

Other Plant Mix Type. Specification Series No.1 (SS-1).

Untung, S.D. 1987. *Konstruksi Jalan Raya*. Pekerjaan Umum. Jakarta Selatan.

Wardano, S.H. 1999. *Hotmix*. Pelatihan Teknis EEPP, Yogyakarta.

LAMPIRAN

Tabel 1. Variasi Kadar Aspal untuk HRS-Base pada Karang Gunung

Berat total campuran (gram)	1100			
Kadar aspal (%)	6	6.5	7	7.5
Berat aspal (A) (gram)	66	71.5	77	82.5
Berat total agregat (B) (gram)	1034	1028.5	1023	1017.5

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Material dan Aspal

Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi
Agregat Karang Gunung		
Kausan (Abrasi)	30.57 %	Maks. 40 %
B.J. Bulk	2.394	-
B.J. SSD	2.522	-
B.J. Apparent	2.605	Min. 2.5
Penyerapan	2.348 %	Maks. 3 %
Pasir dari Tarohan		
B.J. Bulk	2.577	-
B.J. SSD	2.685	-
B.J. Apparent	2.726	Min. 2.5
Penyerapan	2.405 %	Maks. 3 %
Sand Equivalent	87.58 %	Min. 50 %
Filler Karang Gunung		
B.J. Bulk	3.148	-
Aspal Penetrasi 60/70		
Penetrasi	62.85	60 - 79
Daktilitas	> 100 cm	Min. 100 cm
Titik Nyala	341 °C	Min. 200 °C
Titik Bakar	346 °C	-
Titik Lembek	48 °C	(46 – 54) °C
Berat Jenis	1.03	Min. 1.0

Tabel 3. Komposisi Agregat Gabungan

Ukuran Saringan		Spesifikasi HRS-Base		Gradasi I	Gradasi II	Gradasi III
Menurut ASTM	(mm)	Batas Bawah	Batas Atas			
3/4"	19,05	100	100	100	100	100
1/2"	12,7	90	100	95	97	92
3/8"	9,525	65	100	82,5	87,5	78
#4	4,76					
#8	2,38	35	55	42,5	39,5	37
#16	1,19					
#30	0,59	15	35	34	32	29,5
#50	0,297					
#100	0,149					
#200	0,074	2	9	5,5	7,5	3,8
a	CA (Karang Gunung)		(%)	57,5	60,5	63
b	FA (Pasir)		(%)	37	32	33,2
c	FF		(%)	5,5	7,5	3,8
Total				100	100	100
Kesenjangan Gradasi				80	81	79,7

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall pada Campuran HRS-Base gradasi I

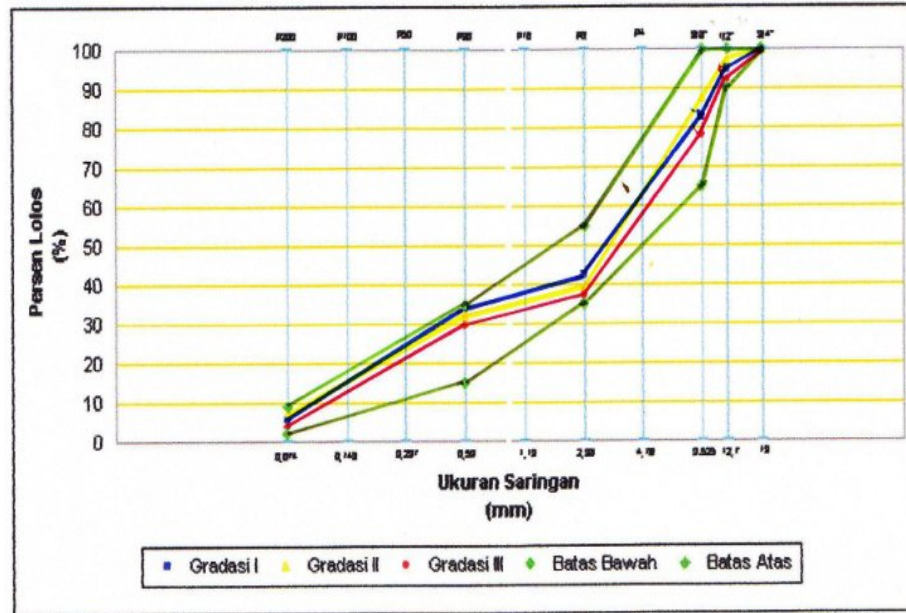
No. Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (Kg/mm)	VMA (%)	VFB (%)	VIM (%)
I	6	1175,520	2,235	496,355	12,865	78,645	3,305
II	6,5	1297,600	2,176	587,725	13,428	83,188	2,282
III	7	1153,658	2,755	399,356	12,954	85,256	2,124
Spesifikasi		Min.800	Min.3	Min.250	Min.17	Min.68	3 - 6

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall pada Campuran HRS-Base gradasi II

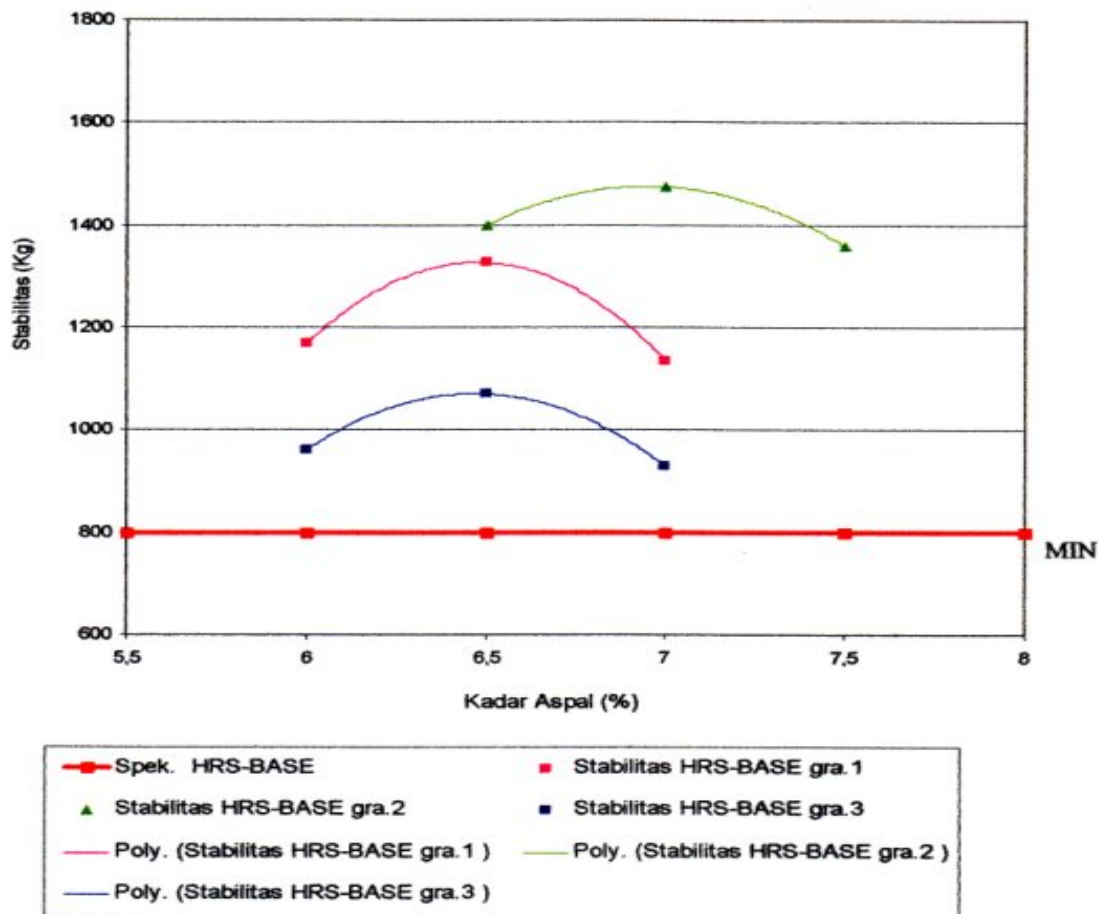
No. Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (Kg/mm)	VMA (%)	VFB (%)	VIM (%)
I	6,5	1380,535	2,655	488,684	12,895	97,154	1,485
II	7	1448,528	2,802	545,424	13,532	94,837	1,838
III	7,5	1335,692	3,245	379,204	13,994	98,453	1,054
Spesifikasi		Min.800	Min.3	Min.250	Min.17	Min.68	3 - 6

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall pada Campuran HRS-Base gradasi III

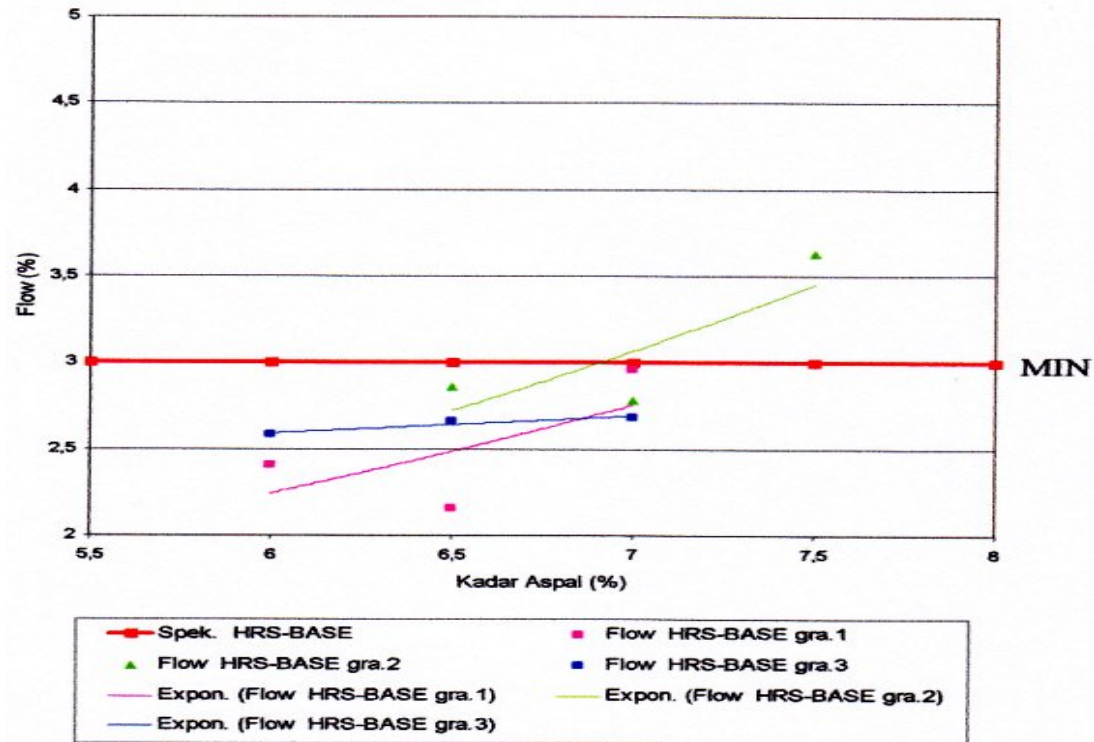
No. Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (Kg/mm)	VMA (%)	VFB (%)	VIM (%)
I	6	955,148	2,622	376,436	12,895	76,258	3,359
II	6,5	1055,422	2,708	398,925	13,458	82,022	2,654
III	7	944,154	2,625	351,055	13,972	84,445	1,886
Spesifikasi		Min.800	Min.3	Min.250	Min.17	Min.68	3 - 6



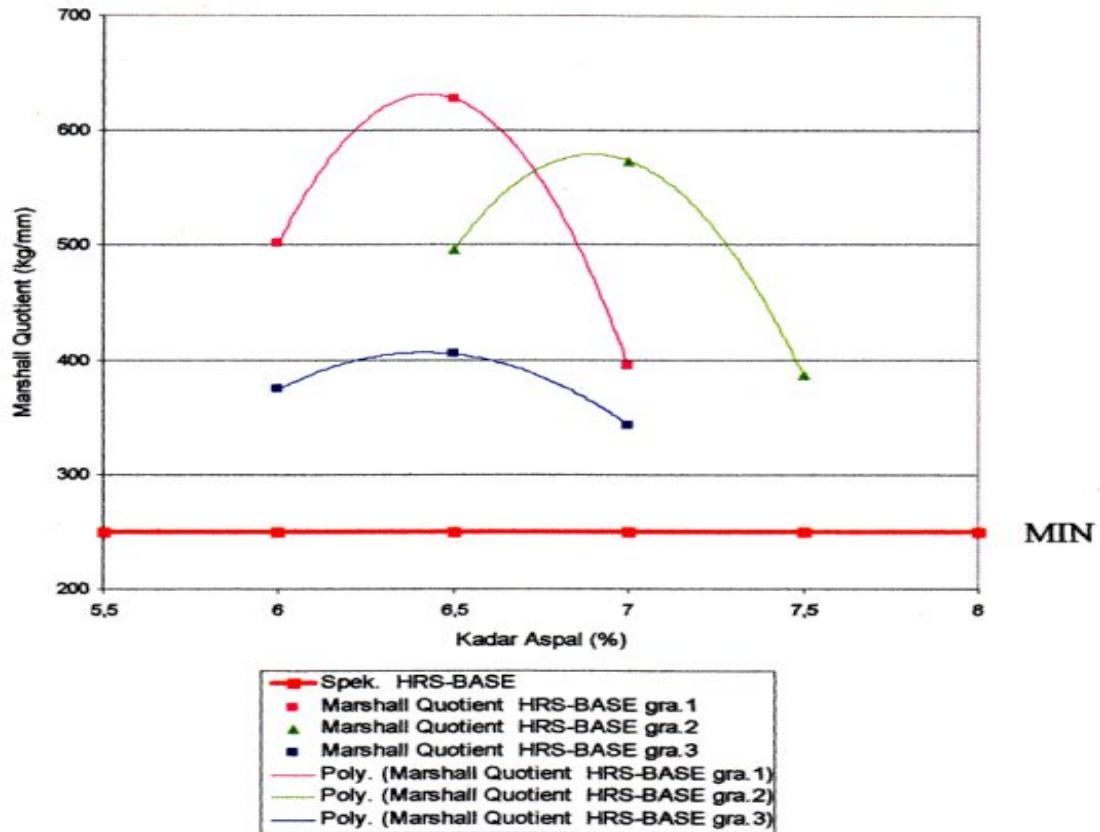
Gambar 1. Grafik Komposisi Agregat Gabungan



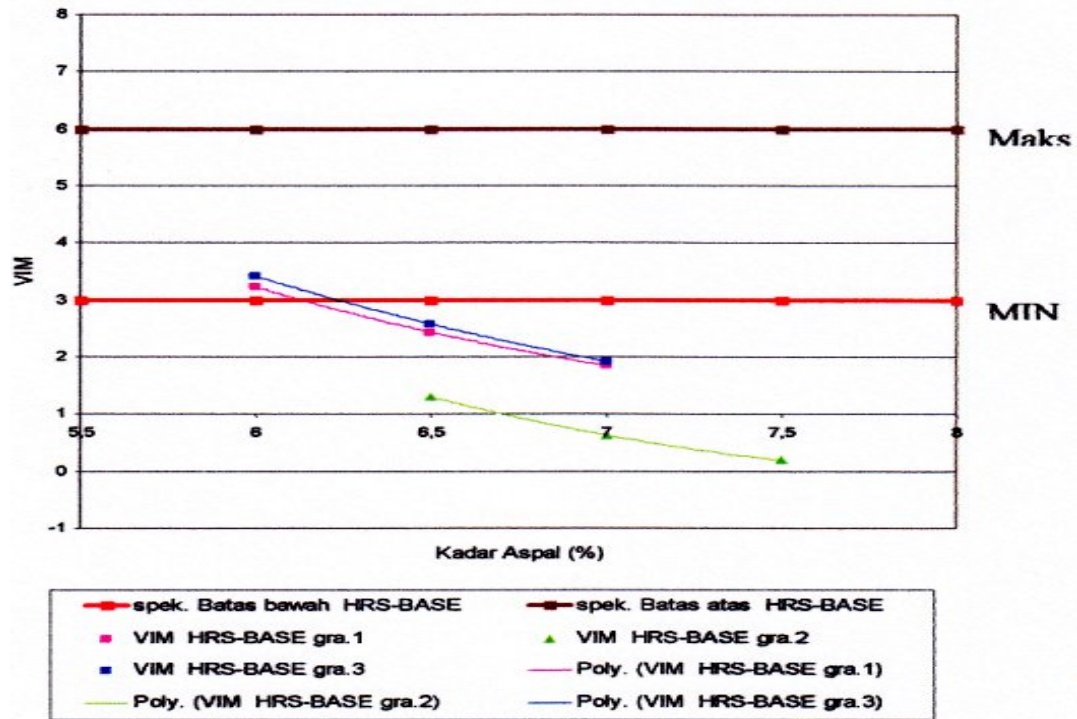
Gambar 2. Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal



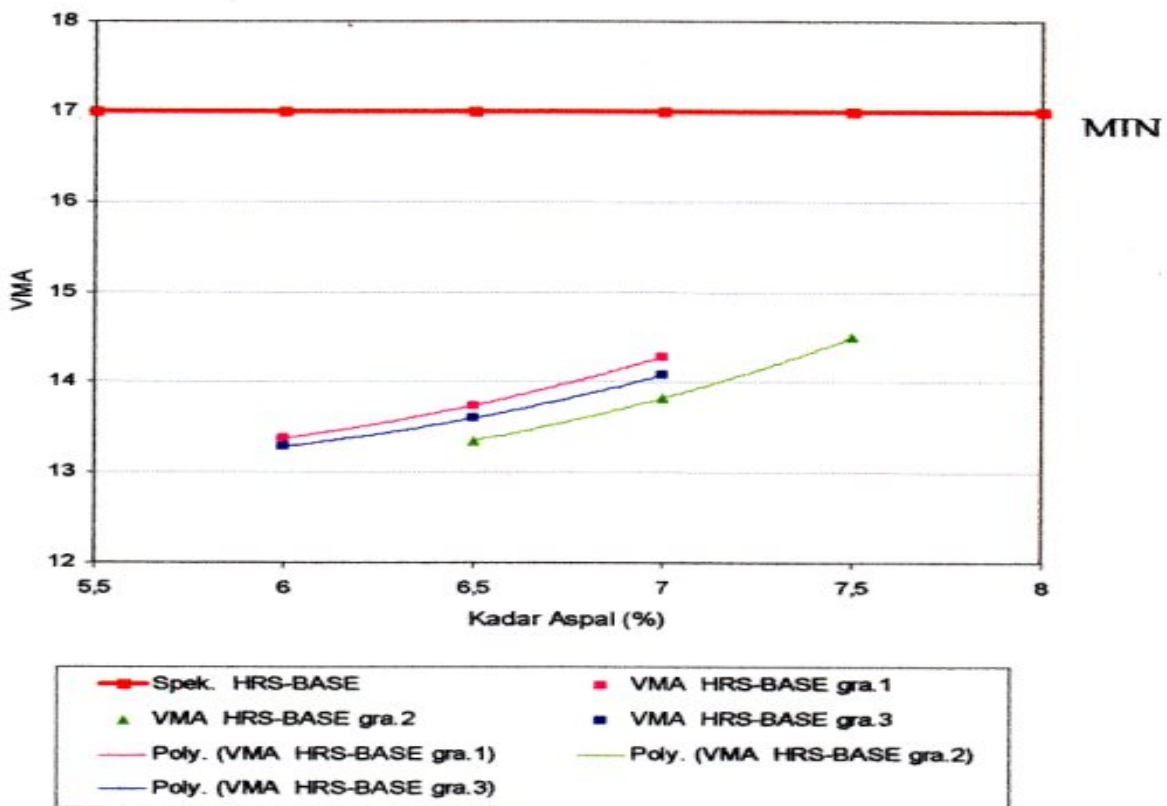
Gambar 3. Grafik Hubungan Flow dengan Kadar Aspal



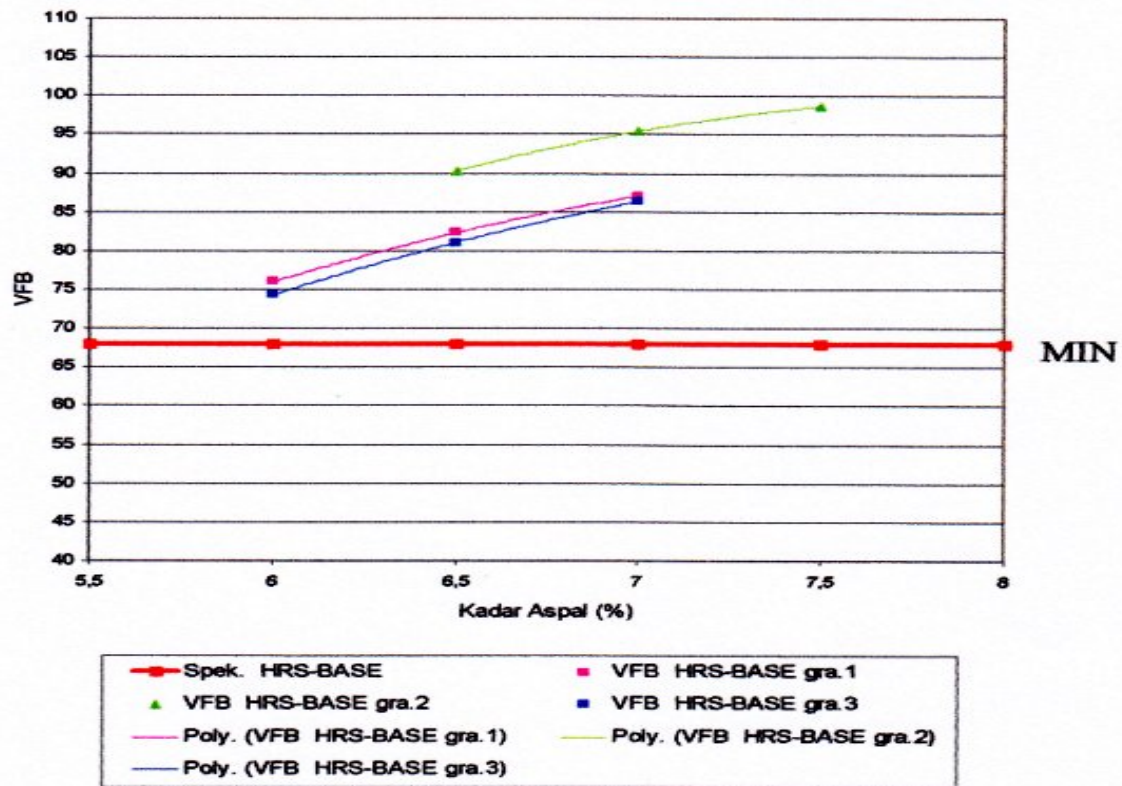
Gambar 4. Grafik Hubungan Marshall Quotient dengan Kadar Aspal



Gambar 5. Grafik Hubungan Rongga dalam Campuran (VIM) dengan Kadar Aspal



Gambar 6. Grafik Hubungan Rongga Udara diantara Agregat (VMA) dengan Kadar Aspal



Gambar 7. Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) dengan Kadar Aspal